

<https://orcid.org/0000-0001-5105-1076>
<https://orcid.org/0000-0001-8938-7405>
<https://orcid.org/0000-0002-9762-5941>
<https://orcid.org/0000-0002-1297-3497>
<https://orcid.org/0000-0002-3111-6204>
<https://orcid.org/0000-0001-5014-1686>
<https://orcid.org/0000-0002-6118-5569>
<https://orcid.org/0000-0001-6125-4782>

CONTAMINANTES EMERGENTES: AMENAZA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN MÉXICO

EMERGING POLLUTANTS: THREAT TO FOOD SECURITY IN MEXICO

Mayra Canchola¹, Romero Hernández Miriam², Rueda Luna Rolando², Flores Sotelo María Teresa³, Zayas Pérez María Teresa⁴, Castañeda Roldan Elsa Iracena⁵, Herrera Cárdenas Jorge Antonio⁶, Tenorio Arvide María Guadalupe^{2*}

1. Estudiante de Maestría en Ciencias Ambientales, ICUAP, BUAP.

2. Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA), ICUAP. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 72000, Puebla. tenorio.arvide@correo.buap.mx

3. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Posgrado en Ciencias Ambientales Calle 4 Sur No. 104, Col. Centro, Puebla, Puebla, México, C.P. 72000;

4. Centro de Química, BUAP.

5. Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas, BUAP.

6. Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica.

maria.tenorioarvide@viep.com.mx

Resumen

En la actualidad el cambio climático, la urbanización y la globalización son los principales factores que afectan la calidad del agua, vehículo primordial para la traslocación y permanencia de los contaminantes emergentes, resultan en un peligro para la salud del humano y el medio ambiente. En los últimos años la presencia de estos compuestos ha ido en aumento, reportándose en diferentes compartimentos del ecosistema reconociéndolos en suelos agrícolas y permeándose hasta aguas subterráneas, de esta manera no es una novedad que alimentos cultivados para consumo humano puedan adsorber y acumular contaminantes emergentes comprometiendo la seguridad alimentaria. El objetivo de este artículo es documentar la problemática que está asociada a estos compuestos a partir de estudios publicados previamente.

Palabras clave: *Contaminantes emergentes; Bioacumulación; Seguridad alimentaria; Problemas de salud.*

Abstract

Nowadays, the main factors as climate change, urbanization, and globalization are related to water quality, which is the first vehicle to translocation and permanency of emerging pollutants; its chemical characteristics result in a risk for human and environmental health. In the last few years, the emergence of these compounds has increased; many studies have reported them in different ecosystem compartments, as soil and rivers; thus, food grown for human consumption can adsorb and accumulate emerging pollutants to biomagnify the problem in food chains. The objective of this article is to document the problems associated with these compounds from previously published studies.

Keywords: Emerging pollutants; Bioaccumulation; Food security, Health issues

INTRODUCCIÓN

Los contaminantes emergentes (CE) son componentes químicos que constituyen una larga y variada lista que incluye estrógenos, esteroides, compuestos organoclorados, fármacos, cafeína, productos de cuidado personal (PCP), entre otros; derivados principalmente de actividades antropogénicas cotidianas tales como, el cuidado de la higiene personal o la limpieza del hogar, son considerados un problema ambiental, de salud pública pero también de seguridad alimentaria (Castro-Pastrana et al., 2021).

Las causas de la continua detección de CE, principalmente en agua, se le atribuyen al frecuente consumo de productos de cuidado personal y fármacos, sin embargo, las industrias farmacéuticas, la descarga de aguas de los hospitales y hogares, el uso irresponsable de medicamentos y su mala disposición, también contribuyen a la ocurrencia de estos compuestos en suelos, ríos y aguas subterráneas, incluso en agua potable; la capacidad de persistencia de estos contaminantes les permite trasladarse a diferentes estratos del ecosistema llegando al consumidor a través de hortalizas contaminadas (Singh et al., 2020).

Tabla 1. Tipos de contaminantes emergentes (Castro-Pastrana et al., 2021)

CONTAMINANTE	USO
Estrógenos	Pastillas anticonceptivas y tratamientos para la menopausia.
Compuestos organoclorados	Uso generalizado en pesticidas e insecticidas.
Fármacos- analgésicos	Medicamentos sin prescripción médica de uso generalizado para el alivio del dolor como el ibuprofeno.
Cafeína	Bebidas energizantes, gasificadas o como infusión, medicamentos.
metil dihidrojasmonato	Compuesto usado como base para una gran variedad de perfumes y productos de cuidado personal.

Los microcontaminantes orgánicos o contaminantes emergentes son catalogados de diferentes maneras entre las cuales se encuentran los productos de cuidado personal y farmacéuticos, englobándose medicamentos de uso veterinario y humano, cremas faciales, maquillaje, fragancias, cosméticos, desodorantes, pasta de dientes, bloqueador solar incluso drogas de uso recreativo (Boxall et al., 2012), su composición química y las propiedades que los caracteriza son tan amplias que por esa razón es todo un reto establecer políticas públicas para su control por lo tanto son sustancias que no son monitoreadas (Castro-Pastrana et al., 2021).

Fármacos y productos de cuidado personal se han detectado en una gran variedad de entornos hidrológicos y tipos de suelo en todo el mundo (Reinoso Carrasco Julieta del Carmen et al., 2017), aunque las concentraciones reportadas son bajas (microgramos/L) (Tejada et al., 2014), algunos pueden persistir en el medio ambiente durante meses o años incorporándose en la cadena trófica, donde se biomagnifican principalmente en depredadores, por otro lado, la exposición constante a estos contaminantes también tienen repercusiones en la salud humana (Boxall et al., 2012).

La seguridad alimentaria está relacionada con la contaminación emergente, se sabe que las hortalizas al ser regadas con aguas residuales pueden estar en contacto con contaminantes emergentes, cuando se consumen alimentos saludables para la adquisición de nutrientes necesarios para un desarrollo adecuado existe el riesgo de estar consumiendo a la par, fármacos o PCP en diminutas dosis de manera regular.

Los CE son una problemática evidentemente ambiental y social, que puede entenderse a través de diferentes perspectivas. En este artículo se encontrarán respuestas a preguntas como: ¿cuáles son las vías que siguen los contaminantes emergentes en el medio ambiente? ¿De qué manera afecta la presencia de contaminantes emergentes a la seguridad alimentaria? ¿Cómo se encuentra relacionada la seguridad alimentaria y el rol de las jefas de hogar? ¿Los contaminantes emergentes son una problemática social? Las respuestas ofrecerán un panorama del tema en la actualidad, entendiendo el problema de manera holística.

Vías de exposición ambiental de los contaminantes emergentes

El ser humano se encuentra sujeto a la disponibilidad y calidad de los recursos en el medio ambiente que se desarrolla, las interacciones que se establecen entre organismos vivos y su entorno los expone a los cambios que puedan surgir en este, lo que incluye la contaminación de cualquier tipo.

Los contaminantes emergentes ingresan al medio ambiente por diferentes vías (Figura 1), los enfoques normativos regulatorios para otros países consideran la-s aguas residuales liberadas de los sistemas de tratamiento, como uno de los principales medios de movilidad, aunque también se enumeran la acuicultura y el uso de biosólidos como fertilizantes (Boxall et al., 2012), llegando a los suelos incorporándose a la cadena trófica a través de los alimentos que se consumen de manera cotidiana como el consumo de hortalizas, leche y carne que han estado en contacto con contaminación emergente, poniendo en peligro a los más susceptibles, como embarazadas y niños (Vera et al., 2002).

Los alimentos contaminados en la mayoría de los casos, no cambian ninguna de sus características organolépticas, por lo que no pueden reconocerse a simple vista y pasan inadvertidos; lo que implica un riesgo potencial de ingesta de compuestos tóxicos en la dieta diaria (Vera et al., 2002)

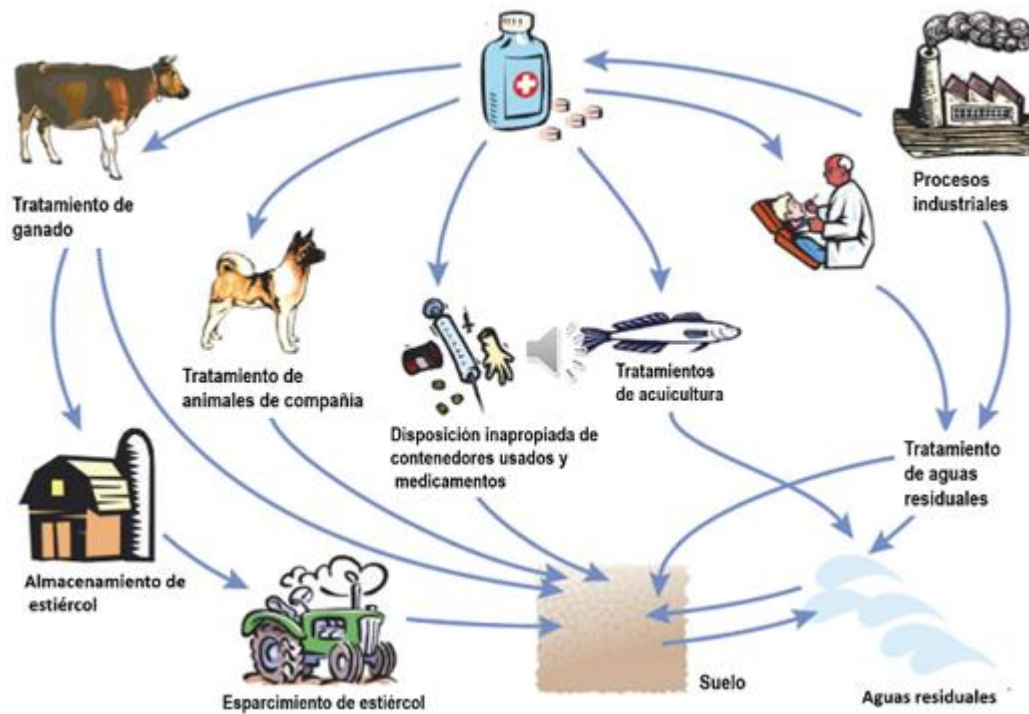


Figura 1. Vías de exposición ambiental de contaminantes emergentes modificado de (Boxall et al., 2012).

Es necesario considerar los mecanismos de liberación y las vías de exposición para los CE de un lugar en específico tomando en cuenta su ocurrencia y permanencia en el medio ambiente, para dar un tratamiento óptimo, por lo que técnicas de eliminación en otros países no siempre serán relevantes o aplicables para México (Boxall et al., 2012).

En lo que se refiere a productos de cuidado personal y fármacos en México aún no hay legislación que regule estos contaminantes, y tampoco un listado donde se priorice las sustancias de urgente monitoreo (Ramírez-Sánchez et al., 2015), sin embargo, Muñoz (2012) propone una lista con 49 contaminantes de importancia potencial en México donde se incluyen hormonas y esteroides como el estradiol, fármacos como ibuprofeno y dexametasona, menciona también algunos antibióticos, y productos de cuidado personal, así como sustancias generadas a partir de procesos industriales como el Bisfenol A.

En Puebla las regulaciones para estas sustancias emergentes también son escasas, en legislaciones en materia de descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado, el código reglamentario para el municipio de Puebla (COREMUN) establece parámetros

y límites permisibles con respecto a calidad del agua, sin embargo, no se encuentran incluidos fármacos ni productos de cuidado personal.

Seguridad alimentaria y su relación con los contaminantes emergentes

La seguridad alimentaria es un tema extenso en el que están implicados múltiples factores lo que lo hace un problema complejo de abordar; asegurar alimentos inocuos libres de sustancias tóxicas es parte de lo que busca la seguridad alimentaria que además de garantizar alimentos para todos, estos deberían ser de calidad.

La calidad del agua y suelo comprometen la seguridad alimentaria al ser recursos que aseguran los cultivos para abastecer a la población de alimentos, la escasez de agua ha ocasionado el uso de aguas residuales tratadas para riego de cultivos, puesto que los tratamientos de remoción de contaminantes no son del todo confiables en su eliminación, verduras y hortalizas están expuestas a estos CE y pueden absorberlos y bioacumularlos, del mismo modo, que la transmisión de enfermedades asociadas a parásitos intestinales y microorganismos fecales (Vera et al., 2002).

Las propiedades físico-químicas (alta solubilidad en agua y poco biodegradables) les permite llegar a cualquier entorno natural, determinando la permanencia y ocurrencia en el medio ambiente, de manera que puede representar un grave riesgo para el consumo de agua potable (García-Gómez, C.; Gortáres-Moroyoqui, P.; Drogui, 2011). La persistencia de estos agentes contaminantes les confiere la capacidad de permanecer incluso por décadas en el medio, interactuando con otros compuestos (Petrovic et al., 2002), en otras palabras podríamos estar en contacto con metabolitos de pesticidas usados hace 50 años, tal es el caso del DDT (Dicloro-difenil-tricloroetano), su uso actualmente está prohibido, sin embargo, su presencia se ha reportado en aguas superficiales, teniendo un efecto como disruptor endocrino (Tejada et al., 2014).

Los CE son un problema ambiental que necesita de urgente regulación, se ha visto que además de ser la causa del impacto directo e indirecto para agroecosistemas también lo es para la salud humana (Pérez et al., 2013), por lo que representan un riesgo al tratarse de seguridad alimentaria, principalmente enfocada en el abastecimiento de alimentos a la población, lucha contra el hambre y la desnutrición, pero la calidad de los alimentos

de consumo humano también es un factor importante para preservar la salud (CONEVAL, 2010).

Traslocación y bioacumulación en plantas

En el ciclo de incorporación de contaminantes emergentes en diferentes compartimentos del ecosistema (agua y suelo), las plantas juegan un papel fundamental, en el que tienen la capacidad de absorber y bioacumular agentes contaminantes en sus tejidos como hojas y raíces, teniendo un efecto negativo en la morfología y fisiología; esta habilidad tiene ciertas ventajas ya que existen claros ejemplos donde sirven como biorremediadores, sin embargo, cuando se trata de plantas cultivadas para consumo humano, es un potencial peligro en consumidores herbívoros y / o humanos (Hyland et al., 2015; Singh et al., 2020; Villanueva Moscoso, 2019).

En el caso de las plantas que son productores primarios en la cadena alimentaria, presentan mecanismos específicos para adsorber, translocar y acumular ciertos nutrientes esenciales a través del medio para su desarrollo; sin embargo, cualquier alteración en el ambiente, como contaminantes disponibles en los suelos son absorbidos por las plantas debido a que poseen propiedades químicas similares a los elementos nutritivos esenciales (Pullagurala et al., 2018).

Los procesos químicos involucrados dependen en gran medida de las propiedades físico químicas del contaminante, y del medio donde se desarrollan, de este modo, la adsorción de agentes contaminantes también va a estar determinada por estos factores, p/e antibióticos y otros productos farmacéuticos tienen una gran afinidad por la absorción de las plantas, la mayoría de los antibióticos tienden a ser absorbidos por el transporte apoplástico y acumularse en los espacios intracelulares, teniendo un impacto negativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 2) (Pullagurala et al., 2018). El sistema de transporte de la planta es el xilema y floema, son canales que facilitan el movimiento de nutrientes, agua y sales minerales obtenidos del suelo por medio del sistema radicular, son por estos conductos donde se translocan los contaminantes emergentes y tienden a acumularse en frutas u hojas.

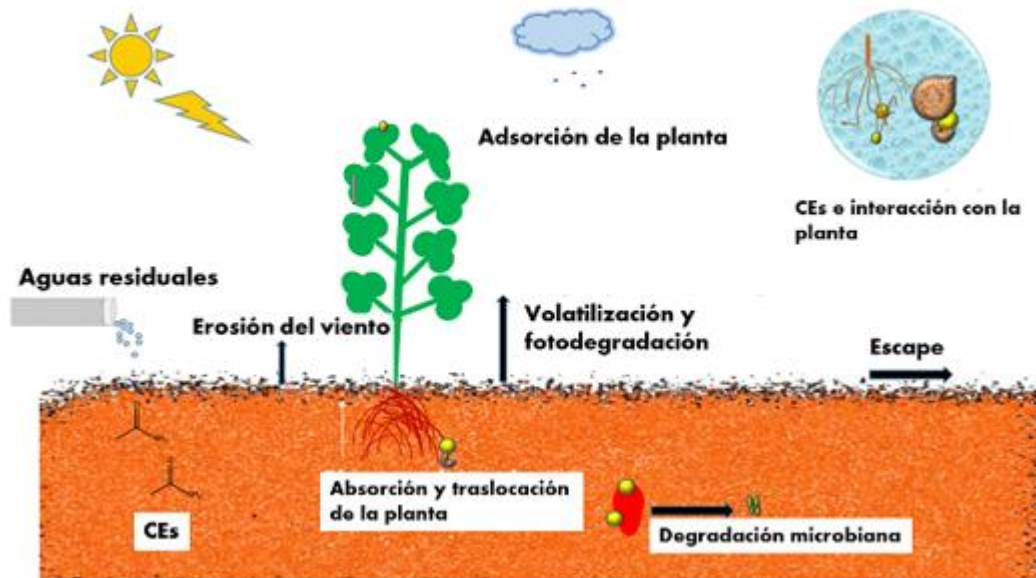


Figura 2. Ciclo de los CE. Imagen adaptada de (Pullagurula et al., 2018)

Contaminantes emergentes: una problemática social

Pequeñas acciones como utilizar un perfume en las mañanas, tomar un analgésico para calmar el dolor de cabeza o muscular, uso de anticonceptivos, lavar la ropa con suavizante incluido, son actividades tan habituales que se olvida el impacto que esto significaría en el medio ambiente a corto o largo plazo; los contaminantes emergentes o sus subproductos conocidos como metabolitos llegan al desagüe a través del drenaje; por lo que diariamente se desechan pequeñas cantidades por medio de nuestra orina o heces, por la ducha, etc.; sin embargo, ¿has pensado cuantas personas en tu entorno hacen uso de productos de cuidado personal o farmacéuticos?

Es ampliamente reconocido que la creación de los fármacos y productos de cuidado personal ha contribuido a aliviar el dolor, controlar y curar muchas enfermedades al igual que mejorar nuestra calidad de vida, sin embargo, es alarmante la cantidad de fármacos o productos de cuidado personal que se usan; tan solo en la Unión Europea se cifra en toneladas por año, y muchos de los más usados, entre ellos los antibióticos, se emplean en cantidades similares a las de los pesticidas (Tejada et al., 2014). Se sabe que las

ventas mundiales de medicamentos alcanzaron los \$800,000 millones de dólares en el 2008, lo que nos da una idea de la cantidad de fármacos usados y de su potencial presencia en el medio ambiente (Moreno-ortiz et al., 2013).

En México, el ibuprofeno, el naproxeno y el paracetamol, entre muchos otros fármacos de diversos grupos terapéuticos se han detectado en aguas superficiales y subterráneas en varias regiones de la zona central de México, además son de los más consumidos, tanto en el ámbito hospitalario como en el ambulatorio (Castro-Pastrana et al., 2021).

Se sabe que la presencia de analgésicos ampliamente prescritos como el ibuprofeno, diclofenaco, antibióticos, antidepresivos etc.; está dada por factores como la demanda, la frecuencia de administración, automedicación, consumo ilícito de drogas y los procesos fisiológicos que determinan la carga y la persistencia de principios activos en aguas (Cartagena, 2011). Por tal razón es importante ser conscientes acerca del consumo de estos productos que aparentemente son inofensivos, y mejoran la calidad de vida, sin embargo, hace falta contribuir al cuidado del medio ambiente y de la salud, tomando acciones de manera local.

Es una ironía que actualmente los productos que facilitan un sin fin de actividades en la vida cotidiana como lo son cuidar del aseo personal o labores de limpieza doméstica, sean también los que contribuyen a afectar la salud a largo plazo; la ingesta de estas sustancias en pequeñas cantidades, pero de forma constante es perjudicial para la salud humana y del medio ambiente, ya que son causantes de toxicidad crónica, disrupción endocrina, bioacumulación así como resistencia bacteriana (Yolanda et al., 2014).

La sociedad en general puede asumir que no hay necesidad de preocuparse por los efectos adversos de los CE ya que sus concentraciones son muy bajas, pero su toxicidad es crónica y a menudo se conduce de generación en generación (Taheran et al., 2018), no obstante, la inexistencia de marco regulatorio en México pone limitantes para determinar la incidencia y comportamiento de estos contaminantes en la red trófica.

El rol de las jefas de casa en la seguridad alimentaria

Desde tiempos ancestrales las mujeres desempeñan un papel sumamente importante en el desarrollo de las actividades del hogar, principalmente de la alimentación de su familia, siendo las encargadas de la compra y preparación de los alimentos; por esta razón indirectamente se les delega la seguridad alimentaria, sin embargo, se puede entender como jefas de casa no solo a las mujeres líderes de familia, sino también se puede incluir a todas aquellas personas que se encargan del hogar incluyendo la administración y adquisición de alimentos (Alderete et al., 2018).

El derecho de todas las personas en particular los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad al acceso de una dieta suficiente, balanceada, y nutritiva se reconoce como seguridad alimentaria (Mundo-Rosas et al., 2018) donde se puede diferenciar tres niveles: acceso, disponibilidad y consumo, aunque los ingresos económicos de cada hogar es una factor importante, las prácticas y comportamientos de cada familia, refiriéndonos a la selección, adquisición y preparación de los alimentos contribuyen a los patrones de dieta personales (Alderete et al., 2018).

La seguridad alimentaria es un problema de salud pública, una ingesta nutricional insuficiente pero también una sobre nutrición pueden provocar obesidad entre otras enfermedades; la desigualdad alimentaria de hogares pobres tiende afectar a los niños, provocándoles enfermedades crónicas en su adultez, de modo que los efectos de la inseguridad alimentaria son graves (Alderete et al., 2018). Las consecuencias de una ingesta inadecuada de alimentos se vuelven aparentes a través de manifestaciones indirectas y tardías que pueden ser irreversibles.

Hogares con menores ingresos, encabezados por madres solteras, con un mayor número de hijos o integrantes en la familia, con niveles de educación más bajos, e incluso minorías raciales, tienen una mayor probabilidad de experimentar inseguridad alimentaria, por lo que para algunos autores estos factores pueden ser tomados como medidores de seguridad alimentaria (Franklin et al., 2012); La pobreza en México determina la seguridad alimentaria de muchos hogares, se calcula que 52.4 millones de personas se encuentran en situación de pobreza (CONEVAL, 2018) en Latinoamérica un gran porcentaje sufre de inseguridad alimentaria, sobrepasando el 50% en muestras

tomadas en países como México, Ecuador, Brasil, Nicaragua, y Perú, donde se experimentó hambre en alguno de los integrantes de la familia principalmente niños (Alderete et al., 2018).

Para entender las causas de la inseguridad alimentaria hace falta más que estudiar la falta de acceso a una amplia variedad de alimentos, sino que también resulta en una problemática cultural que atraviesa generaciones que afecta el comportamiento y habilidad para liderar el hogar; precarias condiciones económicas, desempleo o trabajos informales caracterizan su condición ocupacional, predominando en hogares con inseguridad alimentaria.

En un estudio realizado en 2018 en Argentina, se midió la inseguridad alimentaria de forma multidimensional, las madres y abuelas desempeñan un papel fundamental para la alimentación de los integrantes de su familia, por lo que se han desarrollado estrategias en las que son protagonistas. En muchos hogares aun en donde se han emancipado de sus madres, las abuelas continúan haciéndose cargo de la compra y elaboración de alimentos (Alderete et al., 2018).

En lo que concierne a México se documentó en 2012 que un 70% de la población se ubicó en alguna categoría de inseguridad alimentaria donde las zonas rurales son las más afectadas en un 80.8%, hay que resaltar que desde el año 2008, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) es el encargado de realizar la medición multidimensional de la pobreza. Esta medición se lleva a cabo cada dos años y se incluye el indicador de la carencia por acceso a la alimentación o inseguridad alimentaria en los hogares (Mundo-Rosas et al., 2018).

Conclusiones

De manera primordial es necesario establecer políticas públicas en las que se engloben los fármacos y productos de cuidado personal como contaminantes, debido a la poca información referente a su comportamiento en el medio y sus posibles tratamientos hace que su regulación sea más difícil.

En el país e incluso a nivel estado no hay una normatividad específica para CE en cuanto a criterios de calidad del recurso hídrico o para el reúso de aguas residuales tratadas

que son utilizadas en actividades agrícolas, lo que puede llegar a convertirse a largo plazo en un riesgo para la salud humana; por otra parte, es necesario desarrollar técnicas más eficientes para su detección ya que sus concentraciones son mínimas y esto podría dificultar su monitoreo en el ambiente.

El consumo de fármacos y productos de cuidado personal debería ser informado y consciente por parte de la población.

Es recomendable la generación de evidencia científica para reconocer los riesgos de la exposición humana a estos contaminantes y poder tomar medidas precautorias al respecto

Referencias

- Alderete, E., Sonderegger, L., & Pérez-Stable, E. J. (2018). Emerging themes in food security: Environmental justice, extended families and the multiple roles of grandmothers. *International Journal for Equity in Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12939-018-0856-3>
- Boxall, A. B. A., Rudd, M. A., Brooks, B. W., Caldwell, D. J., Choi, K., Hickmann, S., Innes, E., Ostapyk, K., Staveley, J. P., Verslycke, T., Ankley, G. T., Beazley, K. F., Belanger, S. E., Berninger, J. P., Carriquiriborde, P., Coors, A., DeLeo, P. C., Dyer, S. D., Ericson, J. F., ... Van Der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: What are the big questions? *Environmental Health Perspectives* (Vol. 120, Número 9, pp. 1221–1229). Public Health Services, US Dept of Health and Human Services. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104477>
- Cartagena, C. J. (2011). Emerging organic pollutants in environment: Pharmaceutical products. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), 143–153.
- Castro-Pastrana, L. I., Cerro-López, M., Toledo-Wall, M. L., Gómez-Oliván, L. M., & Saldívar-Santiago, M. (2021). Analysis of pharmaceuticals in wastewater of three hospitals in the city of Puebla, Mexico. *Ingeniería del agua*, 25(1), 59–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.4995/la.2021.13660>
- CONEVAL. (2010). Dimensiones de la seguridad alimentaria. En *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social* (Vol. 2, Número 1).
- Franklin, B., Jones, A., Love, D., & White-means, S. (2012). Exploring Mediators of Food Insecurity and Obesity : A Review of Recent Literature. *J Community Health*, 37, 253–264. <https://doi.org/10.1007/s10900-011-9420-4>
- García-Gómez, C.; Gortáres-Moroyoqui, P.; Drogui, P. (2011). Contaminantes emergentes : efectos y tratamientos de remoción Emerging contaminants : effects and removal treatments. *Química viva*, vol.10(núm. 2), 96–105.
- Hyland, K. C., Blaine, A. C., Dickenson, E. R. V., & Higgins, C. P. (2015). Accumulation of contaminants of emerging concern in food crops-part 1: Edible strawberries and lettuce grown in reclaimed water. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(10), 2213–2221. <https://doi.org/10.1002/etc.3066>
- Moreno-ortiz, V. C., Martínez-núñez, J. M., Kravzov-jinich, J., Alberto, L., Moreno-bonett, C., & Altagracia-martínez, M. (2013). su impacto en el medio ambiente Rx synthetic medicines and their environmental impact. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(4), 17–29.

- Mundo-Rosas, V., Vizuet-Vega, N. I., Martínez-Domínguez, J., Morales-Ruán, M. del C., Pérez-Escamilla, R., & Shamah-Levy, T. (2018). Evolución de la inseguridad alimentaria en los hogares mexicanos: 2012-2016. *Salud Pública de México*, *60*(3, may-jun), 309. <https://doi.org/10.21149/8809>
- Pérez, M. A., Navarro, H., & Miranda, E. (2013). RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS: PROBLEMÁTICA Y RIESGO EN MÉXICO. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, *29*, 45–64.
- Petrovic, M., Solé, M., López De Alda, M. J., & Barceló, D. (2002). ENDOCRINE DISRUPTORS IN SEWAGE TREATMENT PLANTS , RECEIVING RIVER WATERS , AND SEDIMENTS : INTEGRATION OF CHEMICAL ANALYSIS AND BIOLOGICAL EFFECTS ON FERAL CARP. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *21*(10), 2146–2156. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/etc.5620211018>
- Pullagurala, V. L. R., Rawat, S., Adisa, I. O., Jose A. Hernandez-Viezcas, J. R. P.-V., & Garde, J. L. (2018). Plant uptake and translocation of contaminants of emerging concern in soil. *Science of the Total Environment*, *636*(1585–1596). <https://doi.org/doi:10.1016/j.scitotenv.2018.04.375>
- Ramírez-Sánchez, I. M., Martínez-Austria, P., Quiroz-Alfaro, M. A., & Bandala, E. R. (2015). Effects of estrogens, as emerging pollutants, on health and the environment [Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente]. *Tecnología y Ciencias del Agua*, *6*(5), 31–42. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85030452054&partnerID=40&md5=b6f816884b88748f5a3b557bdd5e01c7>
- Reinoso Carrasco Julieta del Carmen, Serrano Delgado Clara Yamilet, & Orellana Cobos Danilo Fernando. (2017). Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, *35*(2), 55–59.
- Singh, B. N., Hidangmayum, A., Singh, A., Guru, A., Yashu, B. R., & Singh, G. S. (2020). *Effect of Emerging Contaminants on Crops and Mechanism of Toxicity* (pp. 217–241). https://doi.org/10.1007/978-3-030-33281-5_6
- Taheran, M., Naghdi, M., Brar, S. K., Verma, M., & Surampalli, R. Y. (2018). SC. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.05.010>
- Tejada, C., Quiñonez, E., & Peña, M. (2014). CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS: METABOLITOS DE FÁRMACOS. UNA REVISIÓN. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, *10*(1), 80–101.
- Vera, J. A., Saez, J. J. A., Soto, B. B., Alapont, E. A., Menchón, N. M., & Navarro, I. (2002). *Contaminantes medio-ambientales en la alimentación*. 69–76.
- Villanueva Moscoso, L. J. (2019). *EFFECTS ON VEGETABLES BY ACTION OF EMERGING CONTAMINANTS*.
- Yolanda, P., Eva, D., & Salvador, O. (2014). MICROCONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS: TIPOS Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, *5*(2), 1–20.